

Kristallines Wirtsgestein

Im Weiteren werden nicht die im StandAG (2017) gebrauchten Begriffe „Kristallin“ und „Kristallingestein“ auf die Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen angewendet, sondern diese mit der Bezeichnung „kristalline Wirtsgesteine“ spezifiziert und ersetzt.

Kristalline Wirtsgesteine sind nach Auffassung der BGE

- **Plutonite** entsprechend der Klassifikation nach Streckeisen (vgl. Streckeisen (1974), Streckeisen (1976); Abbildung 1) und
- **Hochgradig regionalmetamorphe Gesteine** der Fazien Amphibolit, Eklogit und Granulit nach Eskola (1915), zu welchen u.a. Gneise und Migmatite gezählt werden (Abbildung 2).

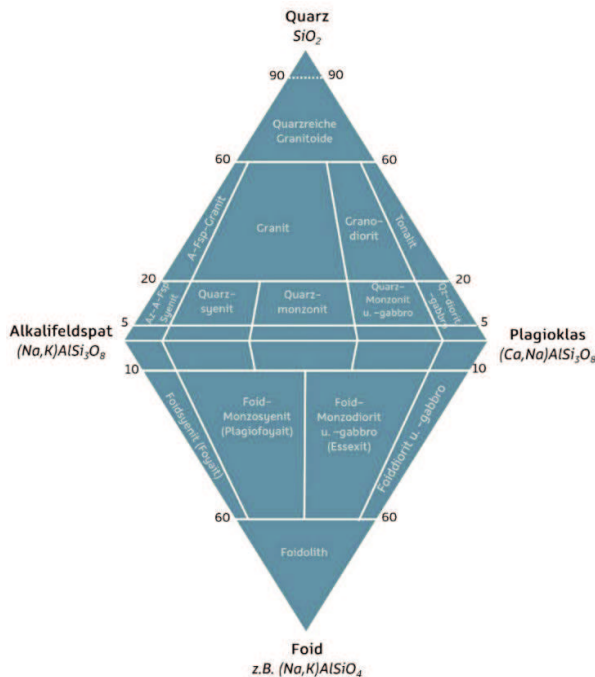


Abbildung 1: IUGS-Klassifikation der Plutonite im Streckeisen-Diagramm; aus (Okrusch & Matthes 2014). Alle hier dargestellten Plutonite werden für ein Endlager im Kristallingestein herangezogen.

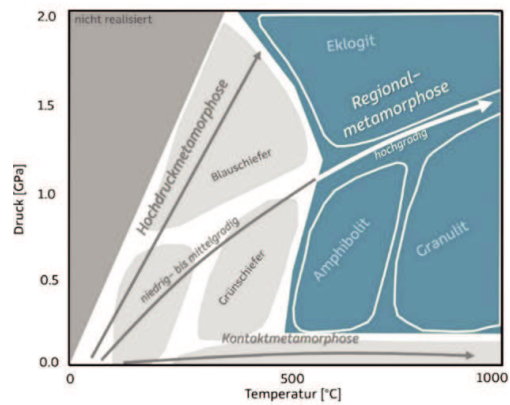


Abbildung 2: PT-Diagramm der metamorphen Mineralfazies(nach Bucher & Grapes 2011) . Das blaue Feld zeigt das Stabilitätsfeld der hochgradigen Regionalmetamorphose an, welche kristallines Wirtsgestein hervorbringen kann.

Plutonite zählen zu den magmatischen Gesteinen und sind in der tiefen Erdkruste langsam auskristallisiert. Sie weisen die gleiche chemische und mineralogische Zusammensetzung wie die feinkörnigeren Vulkanite auf, doch haben diese noch heißen, plutonische Magmen vor

ihrer Erstarrung nicht die Erdoberfläche erreicht. Plutonite gelangen erst durch Erosion darüber liegender Gesteinsschichten oder durch Hebungsprozesse während der Tektonik an die Erdoberfläche.

Hochgradig regionalmetamorphe Gesteine sind relativ hohen Drücken und Temperaturen (ca. $T > 500\text{ °C}$ und $P > 3\text{ kbar}$) ausgesetzt gewesen, bei denen es zu charakteristischen Mineralumwandlung gekommen ist, ohne dabei das Ausgangsgestein gänzlich aufzuschmelzen. Ausgangsgesteine können Sedimentgesteine, Magmatite oder auch andere Metamorphite sein.

Vulkanite und gering bis mittelstark regionalmetamorph beanspruchte Gesteine sowie Hochdruck- und Kontaktmetamorphite (speziell Phyllite, Hornfelse und Schiefer) sind nach Auffassung der BGE keine kristallinen Wirtsgesteine entsprechend § 23 Absatz 1 Satz 5 StandAG.

Bei den endlagerrelevanten Eigenschaften potenzieller Wirtsgesteine zählen beim Kristallingestein u. a. hohe Festigkeiten, sehr geringes Lösungsverhalten und hohe Temperaturbelastbarkeit zu den „günstigen Eigenschaften“ (BGR 2007). Die Temperaturbelastbarkeit in Bezug auf die zugeführte Nachzerfallswärme durch die eingelagerten hochradioaktiven Abfälle schafft Sicherheit, dass die initial festgestellten Eigenschaften durch die zugeführte Wärme sich nicht oder kaum verändern. Viele der Kristallingesteine, die nicht Plutonite oder hochgradig regionalmetamorphe Gesteine sind, weisen diese Eigenschaften nicht auf und können die Integrität der Barrierewirkung für den Nachweiszeitraum von 1 Million Jahre (§ 23 Absatz 5 Satz 5 StandAG) nicht sicher gewährleisten.

Lersow (2018) hält fest, dass Kristallingesteine, so auch Plutonite, eine hohe mechanische Standfestigkeit bieten, wobei sie andererseits gleichzeitig häufig von wasserführenden Klüften durchzogen sind. Domenico & Schwartz (1990) geben Mittelwerte für Gebirgsdurchlässigkeiten von ungestörten magmatischen und metamorphen Gesteinen im Bereich von 10^{-14} bis 10^{-10} m/s an. Im geklüftetem Zustand sind diese Gesteine durch eine größere Durchlässigkeit gekennzeichnet (10^{-9} bis 10^{-4} m/s). In diesen Fällen müssen technische und geotechnische Barrieren den sicheren Einschluss von radioaktiven Abfällen für den Nachweiszeitraum gewährleisten.

Gneise gehen regionalmetamorph oberhalb von 600 °C aus Graniten hervor. Diese Gesteine fallen zwar unter die geschieferten Metamorphite (Markl 2015), werden aber trotzdem im internationalen Raum als Wirtsgestein berücksichtigt (z. B. Aaltonen et al. (2010); Russell et al. (2001) ; Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company (2000); Witherspoon & Bodvarsson (2001). Die BGE behandelt Gneise als kristallines Wirtsgestein.

Migmatite sind partiell aufgeschmolzene Gesteine. In der kontinentalen Erdkruste ist es ein verbreitetes Gestein, das aus deutlich unterscheidbaren, nach Mineralbestand und Gefüge verschiedenen Anteilen besteht. Ein Teil ist als metamorphes Gestein anzusprechen, während der andere Teil typische Merkmale von Magmatiten zeigt.

Literatur

- Aaltonen, I., Lahti, M., Engström, J., Mattila, J., Paananen, M., Paulamäki, S., Gehör, S., Kärki, A., Ahokas, T., Torvela, T. & Front, K. (2010): *Geological Model of the Olkiluoto Site. Version 2.0*. Posiva Working Report 2010-70. Posiva Oy. Eurajoki
- BGR (2007): *Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland : Untersuchung und Bewertung von Regionen mit potenziell geeigneten Wirtsgesteinsformationen*. Hannover: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.
- Bucher, K. & Grapes, R. H. (2011): *Petrogenesis of metamorphic rocks*. 8. Aufl., Berlin Springer. ISBN 978-3-540-74168-8
- Domenico, P. A. & Schwartz, F. W. (1990): *Physical and chemical hydrogeology*. New York: John Wiley & Sons. ISBN 047150744X
- Eskola, P. (1915): *On the relations between the chemical and mineralogical composition in the metamorphic rocks of Orjarvi region*. *Bull. comm. géol. Finlande*, Bd. 44, S. 109-145.
- Lersow, M. (2018): *Endlagerung aller Arten von radioaktiven Abfällen und Rückständen : langzeitstabile, langzeitsichere Verwahrung in geotechnischen Umweltbauwerken - Sachstand, Diskussion und Ausblick*. Berlin: Springer Spektrum. ISBN 9783662578223. DOI: 10.1007/978-3-662-57822-3
- Markl, G. (2015): *Minerale und Gesteine : Mineralogie - Petrologie - Geochemie*. 3. Aufl., Berlin: Springer Spektrum. ISBN 9783662446270, 9783662446287
- Okrusch, M. & Matthes, S. (2014): *Mineralogie: eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde*. 9. Aufl., Berlin: Springer Spektrum. ISBN 978-3-642-34659-0. DOI: 10.1007/978-3-642-34660-6.
- Russell, S. B., Gierszewski, P. J., Jensen, M. R. & Kempe, T. F. (2001): *Long-Term Management of Nuclear Fuel Waste in Canada: Technical Developments in the Concept for a Deep Geologic Repository*. In: P. A. Witherspoon (Hrsg.): *Geological challenges in radioactive waste isolation: Third worldwide review*, at the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory april 27 - 28, 2001. Berkeley: University of California, Prepared for the United States Department of Energy under Contract No. DE-AC03-76SF00098 S. 67-76.
- StandAG (2017): Standortauswahlgesetz vom 5. Mai 2017 (BGBl. I S. 1074), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2510) geändert worden ist.
- Streckeisen, A. (1974): *Classification and nomenclature of plutonic rocks recommendations of the IUGS subcommission on the systematics of Igneous Rocks*. *Geologische Rundschau*, Bd. 63, S. 773-786. ISSN 1432-1149. DOI: 10.1007/BF01820841.
- Streckeisen, A. (1976): *To each plutonic rock its proper name*. *Earth-Science Reviews*, Bd. 12, S. 1-33. ISSN 0012-8252. DOI: 10.1016/0012-8252(76)90052-0.

Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company (2000): *Integrated account of method, site selection and programme prior to the site investigation phase*. SKB Technical Report TR-01-03. Svensk Kärnbränslehantering AB. Stockholm

Witherspoon, P. A. & Bodvarsson, G. S. (2001): *Introduction to Geological challenges in radioactive waste isolation*. In: P. A. Witherspoon (Hrsg.): *Geological challenges in radioactive waste isolation: Third worldwide review*, at the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, april 27 - 28, 2001. Berkeley: University of California, Prepared for the United States Department of Energy under Contract No. DE-AC03-76SF00098, S. 1-13.